

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Katedra výrobních strojů a zařízení**

**Analýza mazacích míst výrobních linek  
společnosti TRITREG - Třinec s.r.o.**

**Analysis of Lubricated Places of Production  
Lines in TRITREG - Třinec s.r.o. Company**

Student:

Ježovicz Martin

Vedoucí Bakalářské práce: Ing. Ladislav Hrabec, PH.D.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Ježovicz**  
Studijní program: **B2341 Strojírenství**  
Studijní obor: **2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování**  
Specializace: **70 Technická diagnostika, opravy a udržování**  
Téma: **Analýza mazacích míst výrobních linek společnosti Tritreg-Třinec s.r.o.**  
**Analysis of Lubricated Places of Production Lines**  
**in Tritreg-Třinec s.r.o. Company**

Zásady pro vypracování:

Na základě požadavků a podkladů zadavatele proveďte posouzení problematiky provozu výrobních linek společnosti Tritreg-Třinec s.r.o. z pohledu tribotechniky, zejména mazacích plánů výrobních linek a používaných maziv.

V rámci zadání zpracujte:

1. Rešerši k problematice mazání a mazacích míst s ohledem na typ výrobních linek a výrobní náplň společnosti.
2. Posouzení současného stavu mazání strojních zařízení, včetně mazacích plánů jednotlivých výrobních linek.
3. Vyhodnocení zkušeností s využíváním maziv doporučených k provozu výrobcem strojních zařízení po stránce spolehlivosti a ekonomiky provozu.
4. Možnosti dostupnosti a zaměnitelnosti maziv splňujících specifikace výrobce strojních zařízení s cílem nahradit dnes používané typy maziv v provozu výrobních linek ve společnosti pouze jedním mazivem.

Seznam doporučené odborné literatury:

HELEBRANT, F., ZIEGLER, J., MARASOVÁ, D. *Technická diagnostika a spolehlivost I - Tribodiagnostika*. 1. vydání, Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2001, 158 s. ISBN 80-7078-883-6.

ŠAFR, E. *Tribotechnika*. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1984. 300 s. 04-243-84.

KOPÁČEK, J. *Technická diagnostika hydraulických mechanismů*. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1990. 159 s. ISBN 80-03-00308-3.

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha : Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha : Český normalizační institut, 1996. 32 s.

PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci [online]*. Ostrava : VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 21. 10. 2006 [cit. 2007-04-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/Texty/Jak%20psat.pdf>>.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

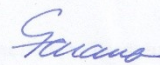
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny podklady a literaturu.

V Ostravě:

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užití dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

bylo sjednáno, že užití své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požádat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:

.....

podpis

Ježovicz Martin

Mosty u Jablunkova 489

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

JEŽOVICZ, M. *Analýza mazacích míst výrobních linek společnosti TRITREG - Třinec s.r.o.: bakalářská práce*. Ostrava : VŠB – Technická universita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Výrobních strojů a konstuování, 2011, 53 s. Vedoucí práce: Hrabec, L.

Téma bakalářské práce sleduje problematiku mazání drátotažných výrobních linek společnosti Tritreg Třinec a.s. Tato společnost se zabývá tažením drátu různých průměrů pro různé využití a za tímto účelem vlastní výrobní linky německé společnosti Koch. Já se budu zabývat Výrobní linkou KOCH 3, která obsahuje odvíječku KSA 800, drátotah KGT 16/9, navíječkou KHS 800 a tzv. sypač KEWS II. Jako hlavní bod bude analýza mazání výše uvedených strojů. Většinou se jedná ložiska hlavních hřídelí tažných bubnů, které jsou mazány plastickým mazivem, drátotah navíc obsahuje dvě převodovky s olejem. U těchto čtyř výrobních linek jsou používány celkem dva druhy maziv Külber doporučené výrobcem. Jelikož doporučené maziva jsou velmi drahá a firma se obzvlášť v současné době snaží snižovat výrobní náklady, tak chce přejít na ekonomicky výhodnější maziva, které se však svými vlastnostmi a životností příliš neliší od maziv určených výrobcem a jsou dostupné i na českém trhu.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

JEŽOVICZ, M. *Analysis of lubrication points production lines of Society TRITREG - Třinec s.r.o.: Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB – Techical University of Ostrava, Fakulty of Manufacturing of machinery and construction, Department technical diagnostics of repairs and maintenance, 2010, 53 p. Thesis head: Hrabec, L.

Subject of the thesis follows the issue of lubrication wire drawing production lines of Tritreg Trinec a.s. company. This company deals with drawn wire of various diameters for different uses and for this purpose they own production lines, which were made by German company Koch. I'll deal with production line KOCH 3, which includes uncoiler KSA 800, wire drawing die KGT 16 / 9, coiler KHS 800 and coiler KEWS II. The main item of the analysis will be lubrication of the above mentioned machinery. Usually it is bearings of main shafts of drawing drums, which are lubricated with plastic lubricant. In addition the wire drawing die also includes two gearboxes with oil. Two types of lubricants, which are recommended by producer Külber, are used for these four production lines. Because the recommended lubricants are very expensive and currently the company tries to reduce production costs, they want to change the recommended lubricants to economically more favorable, which properties and durability do not differ much from the recommended lubricants by producer and are available on the Czech market.

## **OBSAH**

Seznam použitých značek a symbolů .....	8
1 ÚVOD .....	9
2 PROBLEMATIKA MAZÁNÍ S OHLEDEM NA ŘEŠENÍ MAZACÍ SLUŽBY SLEDOVANÝCH VÝROBNÍCH LINEK.....	10
2.1 Tření .....	10
2.2 Maziva .....	12
2.3 Kluzné dvojce při kapalinovém tření .....	15
2.4 Ložiska a mazání ložisek .....	16
2.4.1 Staticky zatížená kluzná ložiska .....	16
2.4.2 Valivá ložiska .....	19
2.4.3 Mazání ložisek plastickým mazivem.....	19
2.4.4 Mazání ložisek olejem .....	20
3 Představení firmy Tritreg s.r.o., jejich výrobních linek a Posouzení současného stavu mazání strojních zařízení .....	22
3.1 Mazací místa výrobních linek KOCH 3 .....	23
3.2 Pokyny k mazání doporučené od výrobce: .....	25
3.2.1 KSA 800 .....	25
3.2.2 KGT 16/9.....	25
3.2.3 KHS 800 .....	30
3.2.4 KEWS II .....	30
4 Vyhodnocení zkušeností s využíváním maziv doporučených výrobcem strojních zařízení .....	31
4.1 Vlastnosti maziv .....	31
4.2 Spotřeba maziva za rok pro jednotlivé stroje výrobní linky KOCH 3 .....	33
4.2.1 Odvíječka KSA 800.....	33
4.2.2 Drátotah KGT 16/9 .....	34
4.2.3 Navíječka KHS 800.....	35

4.2.4	Sypač KEWS II .....	36
4.3	Výpočet celkových nákladů na mazání výrobní linky KOCH 3 .....	37
4.3.1	Náklady maziva NBU 8 (15) .....	37
4.3.2	Náklady maziva NBU 15 (16) .....	37
4.3.3	Součet obou cen maziv vynaložených na rok mazání strojů (17): .....	37
5	Možnosti dostupnosti a zaměnitelností maziv splňující specifikace výrobce strojních zařízení .....	38
5.1	Vlastnosti maziva OKS 422 .....	38
5.2	Výpočet úspornosti maziva OKS 422 .....	39
5.2.1	Odvíječka KSA 800 .....	39
5.2.2	Drátotah KGT 16/9 .....	40
5.2.3	Navíječka KHS 800 .....	40
5.2.4	Sypač KEWS II .....	41
5.3	Výpočet celkového nákladu na mazání výrobní linky KOCH 3 po volbě maziva OKS 422 .....	42
5.4	Posouzení maziva firmy TEXACO typu SRI GREASE .....	43
5.4.1	Vlastnosti maziva SRI GREASE .....	45
5.4.2	Výpočet nákladu na mazání mazivem SRI GREASE .....	46
6	Závěr .....	47
7	Použitá literatura: .....	49
8	Seznam příloh: .....	50



## SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

Značka	Veličina	Jednotka SI
m	Hmotnost	$kg$
$\rho$	Hustota	$kg \cdot m^{-3}$
f	Otáčkový faktor	$mm \cdot mm^{-1}$
n	Otáčky	$ot \cdot min^{-1}$
d	Průměr	$mm$
t	Teplota	$^{\circ}C$
$\eta$	Viskozita	$Pa \cdot s$
VI	Viskozitní index	—

Tabulka použitých zkratk

Zkratka	Význam
<i>DIN</i>	Deutsche Industrie-Norm - Německá národní norma
<i>ISO</i>	International Organization for Standardization - Mezinárodní organizace Pro normalizaci
<i>VI</i>	Viskozitní idnex

# 1 ÚVOD

Firma KOCH patří ke světové špičce, co se týče výrobců tažných strojů na výrobu drátu. V bakalářské práci se budu zabývat výrobní linkou KOCH 3, kterou vlastní firma TRITREG - Třinec s.r.o. Výrobní linka se skládá z odvíječky. Na toto zařízení se nasazují cívky s drátem, který je polotovarem pro tuto výrobní linku a jak se postupně odvíjí, musí se i otáčky zvyšovat, aby byla zachována odvíjecí rychlost drátu. Dále je zde drátotah, asi nejdůležitější pracovní stroj v celé lince, neboť právě v něm probíhá úprava drátu na konečný výrobek, a to tak, že je tažen přes průvlaků až na požadovaný průměr. Drát nelze táhnout na jednou, protože by došlo k jeho přetržení, proto pro větší změnu průměru musí být tažen přes několik průvlaků (konkrétně v tomto případě přes 9). Finální průměr drátu je pak navíjen, podle požadavku zákazníka, přesně pomocí navíječky na cívku, nebo jen dostane za pomoci "sypače" tvar a je sypán volně do smotků drátu. Tyto stroje byly zakoupeny firmou TRITREG - Třinec s.r.o. v roce 2008. V době záruky, tedy dvou let museli používat maziva doporučená v mazacích plánech obsažená v provozních pokynech. Nyní však po skončení záruky by firma chtěla snížit pořizovací náklady na maziva, neboť právě maziva doporučená výrobcem patří k nejdražším.

V mé bakalářské práci se budu zabývat právě volbou nových maziv, ekonomicky výhodnějších, přesto však podobných vlastností a životností. Začátkem bude proveden úvod do celkové problematiky mazání, tedy tření, jeho dělení a prostředky k eliminaci, čímž jsou maziva a také k nim bude zmínka o rozdělení a složení. Pokračovat bude posouzení mazání doporučených výrobcem a na konec přijde volba nových maziv a jejich ekonomické zhodnocení.

Hlavním cílem je zhodnocení volby nových maziv, zda a v jaké míře bude ekonomicky výhodnější použití nových maziv. Také jakým způsobem bude proveden přechod na nové mazivo, určení zda lze maziva mezi sebou mísit, či bude potřeba výrobní linky odstavit a provést kompletní odstranění použitého maziva.

## 2 PROBLEMATIKA MAZÁNÍ S OHLEDEM NA ŘEŠENÍ MAZACÍ SLUŽBY SLEDOVANÝCH VÝROBNÍCH LINEK

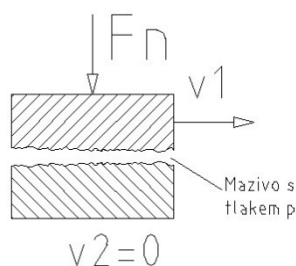
### 2.1 Tření

Je to přírodní jev, který má charakter procesu. Jedná se o odpor proti relativnímu pohybu. Ke tření dochází v důsledku kontaktů dvou aktivních členů. Rozdělujeme ho na tření vnější, styk dvou třecích ploch, a tření vnitřní, probíhající v materiálových vrstvách jednoho tělesa.

Podle stavu skupenství se dále tření dělí na:

#### Kapalinové tření (Obr.1)

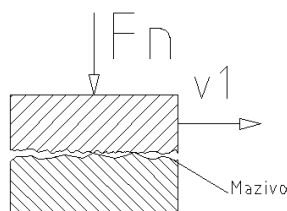
Vrstva, v níž probíhá tření má vlastnosti kapaliny. Relativním pohybem vzniklé tření je závislé na viskozitě mezi látky. Řeč je o hydrostatické či hydrodynamické vrstvě, kde proces tření je vyjadřován velikostí součinitele tření.



Obr.1 Schéma kapalinového tření [2]

#### Smíšené tření (Obr.2)

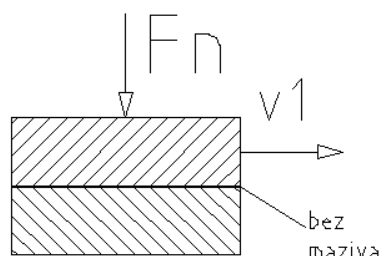
Místy dochází k dotyku třecích ploch, jinak jsou oddělovány kapalinou.



Obr.2 Schéma smíšeného (mezného) tření [2]

### Tření pevných těles (Obr.3)

Dotykové materiály jsou v pevném skupenství. Příčinou je interakce dotýkajících se povrchů s charakteristickými vlastnostmi adhezních vrstev. Jedná se o zachytávání mikronerovností, pružné a plastické deformace mikronerovností a jejich adhezi.



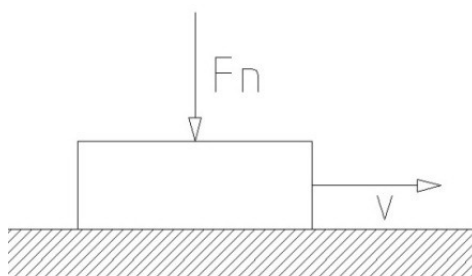
*Obr.3 Schéma dvojce při suchém tření [2]*

Kvantitativní vyjádření tření, se podává nejčastěji hodnotou součinitele tření. Tribologické procesy probíhají ve vrstvách vytvářejících jak povrch dotyku. Povrch má geometrické vlastnosti, tedy drsnost povrchu.

Pro uložení hřídelí kladek se používají nejčastěji dvě varianty uložení, a to uložení na kluzném ložisku a uložení za pomoci valivých ložisek. Tady vznikají dvě rozdílné tření a sice kluzné a valivé.

### Kluzné tření (Obr.4)

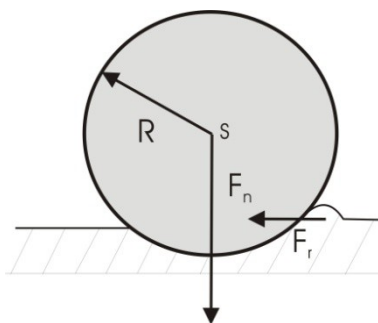
Kluzné tření vzniká pohybem dvou ploch proti sobě, je vyhodnocováno pomocí součinitele tření. Součinitel tření je bezrozměrné číslo, jedná se o poměr tangenciální síly k normálové zatěžovací síle.



*Obr.5 Schéma kluzného tření [2]*

### Valivé tření (Obr.5)

Je zapříčiněno valením třecího tělesa (kuličky ložiska) po rovině. Jedná se o mikroskopické prokluzu ve směru nebo proti směru odvalování, tedy plastickou a pružnou deformací materiálu. Takto vzniklá třecí síla je výrazně nižší než při kluzném tření. [2,3]



*Obr.5 Schéma valivého tření [3]*

## **2.2 Maziva**

Úlohou maziva je zabránění bezprostředního styku povrchů dvou po sobě se pohybujících materiálů a zmenšit tak jejich opotřebení. Dále snižuje ztráty mechanické energie, odvádí teplo, chrání proti korozi a tlumí kmity. Zásadou pro výběr maziva je, že neexistuje naprosto dobré nebo špatné mazivo, pouze můžeme rozhodnout zda je mazivo méně či více vhodné na naše potřeby za daných podmínek. Optimální pak je, když je navzájem vyladěn materiál i mazivo včetně mikrogeometrických, kinematických, energetických a dalších podmínek. Maziva dělíme na tuhá, kdy mazivo vykazuje vlastnosti pevné látky. Kapalná, má tedy schopnost tečení. Plastické, což jsou zpravidla gely máslovitého charakteru a plynná, maziva v plynném skupenství. Jako funkční vlastnosti maziv bereme jejich hustotu, tedy hmotnost objemové látky za dané teploty. Jako reologické vlastnosti rozumíme vlastnosti mezi tuhým a kapalným skupenstvím. Dynamická viskozita vyjadřuje přímou úměru mezi smykovým napětím v rovině paralelní s laminárním tokem a gradientem rychlosti.

### Plastické maziva.

Maziva konzistentní, která se skládají asi z 80% kapalinné fáze, základního oleje a dalších zahušťovadel, přísad a plnidel. Zahušťovadlem rozumíme ve většině případů krystaloidní houbovitou mýdlovou mřížkou. Různými reakcemi se získává mýdlo, nejčastěji reagují rostlinné, živočišné nebo syntetické mastné kyseliny s hydroxidů alkalických nebo jiných kovů za tvoření mýdla a vody. Na jakosti zahušťovadla a vlastnostech základního oleje, závisí jakost plastických maziv. Na trhu existuje celá řada druhů maziv, ale také maziva víceúčelová.

Při volbě se orientujeme podle požadavků:

- dobré mechanické stálosti
- dobrá teplotní stálost
- vysoká odolnost proti stárnutí
- vysoká odolnost proti vodě
- dostatečná ochrana proti korozi

### Konzistence.

Je výrazem pro tvrdost a vláčnost, která se charakterizuje penetrací (hloubka vniku normalizovaného zkušebního kužele pod vlastní tíhou do vzorku maziva při 25°C.) Dalším aspektem je bod skápnutí. Je to teplota, při níž z tajícího maziva ukápne první kapka za podmínek zkoušky. To však nikoliv neudává maximální teplotu použití, ta je pod bodem skápnutí. Použitelnost při účincích vody, kdy je zkoumána odolnost proti vodě, přičemž u maziv pro valivá ložiska se zkoumá chování za dynamických podmínek. Korozivní chování vůči kovům nás informuje o účincích maziv na kovový povrch, neumožní nám ale úsudek o ochranné funkci za přítomnosti prostředí korozivně aktivního.

### Kapalná maziva.

Jedná se o převažující typy maziv, uplatnění naleznou u hydrostatického, hydrodynamického, elastohydrodynamického, hraničního a smíšeného tření. Prodloužení pracovní životnosti a celkově nové vlastnosti získáme přidáním přísad.

#### Kapalná maziva se dělí na

Ropné oleje - získávané z ropy destilací, rafinací nebo odparafinováním. Tyto se dále dělí na rafináty s vysokým, středním a nízkým VI

Syntetické oleje - Splňují větší požadavky na některé tribologické problémy.

Anorganická kapalná maziva a taveniny - vlastně vodné roztoky, které jsou užívány při zpracování kovů, kyseliny sírové, taveniny sodných skel. Rozdělujeme je z hlediska provozního nasazení na oleje motorové a průmyslové.

#### Plynná maziva

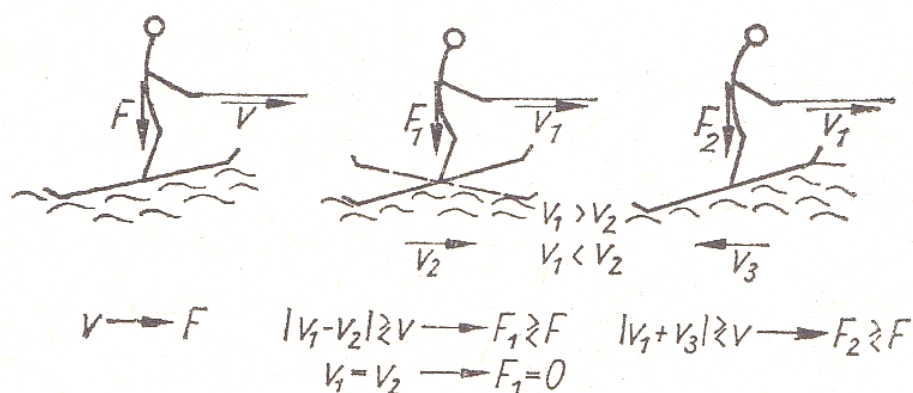
Nacházejí uplatnění v takzvaných plynových ložiskách v aerodynamickém či aerostatickém režimu a to navíc při velmi vysokých rychlostech a teplotách. Jedná se o maziva, které se vyznačují velmi malou viskozitou, rostoucí s teplotou, nízkého součinitele tření, všudypřítomností maziva a žádnou kavitací. Nevýhodou je, že nedovedou snášet zatížení, mají sklon k nestabilitě, turbulenci, vysokému frekvenčnímu chvění a sklon k bezprostřednímu styku povrchů. Proto jsou požadavky montáží na přesnost, těsnost a hladké třecí plochy. Používaným médiem je vzduch, CO<sub>2</sub>, helium a dusík.

#### Přísady do maziv

Do každých maziv za účelem vylepšení vlastností a prodloužení životnosti se přidávají přísady. Jako přísadou jsou označovány: Antioxidanty, které zabraňují oxidačním dějům, detergenty a disperzanty pro čistotu povrchů od usazenin, protikorozní přísady, modifikátory viskozity, depresanty, protipěnovostní přísady, emulgátory, modifikátory tření, což jsou přísady protioděrové a mazivostní a biocidy, které potlačují vznik mikroorganismů, tedy znehodnocování maziva. [2]

## 2.3 Kluzné dvojce při kapalinovém tření

Hydrostatickým či hydrodynamickým mazáním, dojde mezi kluznými dvojicemi ke kapalinovému tření. Průběh je zapříčiněn po sobě pohybujícími se dvěma povrchy, dokonale odděleným nosným mazacím filmem. Je tedy zajištěno, že při náběhu a doběhu strojů, se zamezí opotřebení součástí a součinitel tření bude mít pak hodnotu menší než 0.001. Aby byl zajištěn stálý průběh kapalinového tření, je nezbytně udržovat v tomto prostoru stálou přítomnost viskózního maziva, tedy oleje, vody či plynu. Potřebný tlak v mazivu, nezbytný pro udržení nosnosti mazacího filmu, je vyvíjen u hydrodynamického mazání samočinně konstrukčními a kinematickými podmínkami. Naopak u hydrostatického, je vytvářen mimo kluznou dvojici (přívod tlakového oleje). Pojem klínová mezera, se vyskytuje u hydrodynamického mazání, nastává za přilnutí maziva k povrchu tvořící mezeru, prouděním oleje a mezi vnějším zatížením při relativním pohybu a ještě ve zmíněném pohybu zúžením mezery. Jako vysvětlujícím příkladem, bývá použit vodní lyžař (obr.6). Klínová mezera vzniká mezi oběma kluznými plochami a ta pak tvoří tlakovou vlnu. Představit si ji můžeme, jako vlnu vzniklou uprostřed roviny, skláněnou do všech stran a podle zákonů proudění, se snižuje hydrodynamický tlak na úroveň tlaku okolního. [2]



Obr.6 Schéma vodního lyžaře [2]



## 2.4 Ložiska a mazání ložisek

### 2.4.1 Staticky zatížená kluzná ložiska

Nejprve vysvětlení základních pojmů. Náklon (Přimknutí), Velmi důležitá veličina hydrodynamicky mazané kluzné dvojce. Má-li se získat mazací film vysoké únosnosti, požadujeme dobré přimknutí, tedy co možná nejmenší náklon v klínové mezeře. Nulový však nesmí být, například, kdyby byla ložisková pánev zaškrabána podle hřídele. Došlo by ke ztrátě klínové mezery a tím důležitého předpokladu pro hydrodynamiku. Aby se předešlo zaškrabávání, což znamená zamezení nebezpečí odstranění klínové mezery a též zmenšení výrobních nákladů, zhotovují se ložiska radiální s kapalinovým třením. Radiální kluzná ložiska s mezním třením, mohou v zatížené zóně být zaškrabávána jen tehdy, až dojde ke vzniku z malé dotykové plochy podpěrná plocha umožňující měrný tlak, který odpovídá charakteristickým hodnotám materiálu. Dotyk v radiálních kluzných ložiskách je tedy teoreticky přímkový, v praxi však dochází ke zploštění v důsledku vlastností materiálu a tím dotyk plošný. Podle tzv. Hertzových rovnic dokážeme spočítat tuto plochu. V praxi je běžné, že se vyskytují odchylky od normálního případu, jako například, že se hřídel otáčí zatímco pánev stojí. Pak tedy se pohybuje nejen hřídel, ale i ložisko, případně i působení síly směru s konstantní úhlovou rychlostí např. u nevyvážené hřídele. K tomuto účelu byla sestavená tzv. rovnice pro redukovanou hydrodynamickou úhlovou rychlost (1), kde je zohledněn vliv jednotlivých úhlových rychlostí hřídele  $\omega_h$ , pánve  $\omega$  a vnějšího zařízení  $\omega_f$

Rovnice potom vypadá takto:

$$\omega_{red} = \omega_h + \omega_1 - 2\omega_f \quad (1)$$

Tab.1 Různé případy účinků redukované hydrodynamické rychlosti [2]

číslo	Případ	Charakteristika	Schéma
1	$\omega_h \neq 0$ $\omega_l = 0$ $\omega_F = 0$ (Normální případ)	$v_0 = \frac{v_h}{2} = \frac{\omega_h(\frac{d}{2})}{2}$ Nosnost > 0	
2	$\omega_h \neq 0$ $\omega_l \neq 0$ $\omega_F = 0$	$v_0 = \frac{v_h}{2} + \frac{v_l}{2}$ $= \frac{(\omega_h + \omega_l) + (\frac{d}{2})}{2}$ Nosnost > 0 Nosnost > případ 1	
3	$\omega_h \neq 0$ $\omega_l = 0$ $\omega_F \neq 0$	Pro $\omega_F = \frac{\omega_h}{2}$ je $\omega_{red} = 0$ Nosnost = 0	
4	$\omega_h = -\omega_l$ $\omega_F = 0$	$v_0 = 0$ značí nosnost = 0 $\omega_{red} = 0$	
5	$\omega_h \neq 0$ $\omega_l \neq 0$ $\omega_F \neq 0$	Pro $\omega_1 = \omega_h = \omega_F$ Je $\omega_{red} = 0$ Nosnost = 0	

### Nejmenší tloušťka mazací vrstvy

Nastavuje se za provozu ložiska. Účelem je taková velikost, aby při provozním stavu nedocházelo ke kovovému dotyku mezi pánví a hřídeli. Označovaná, jako nejmenší přípustná tloušťka mazací vrstvy  $h_{od}$ . Drsností povrchu, vlnitostí povrchu, úchytkami tvaru a polohou kluzných členů, je určována její velikost. Vzorec, pro výpočet nejmenší tloušťky mazací vrstvy (2) z ohledem na všechny odchylky geometrii vzatých za základ výpočtu zní takto:

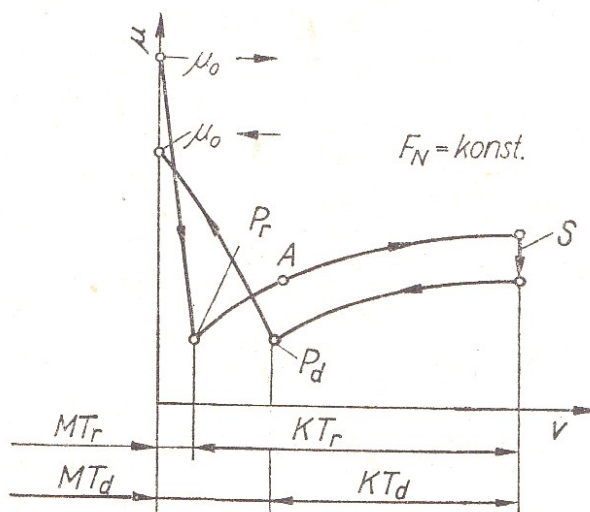
$$h_{od} = h_{om} + U \quad (2)$$

kde  $h_{om}$  je nejmenší tloušťka mazací vrstvy při dotyku v závislosti na drsnostech (3).

$$h_{om} = \frac{2}{3}(R_a + V_{max})max \quad (3)$$

Za  $R_a$  dosazujeme modifikovanou střední drsnost,  $V_{max}$  je největší výška vlnitosti a  $U$  zahrnuje vliv geometrického tvaru a polohu kluzných členů.

Hodnota  $h_o$  však nesmí být příliš vysoká, z důvodu zbytečně vysokého třecího výkonu, jak je naznačeno v bodě A ve Stribeckově diagramu (Obr.7). [2]



Obr.7 Stribeckův diagram [2]

## 2.4.2 Valivá ložiska

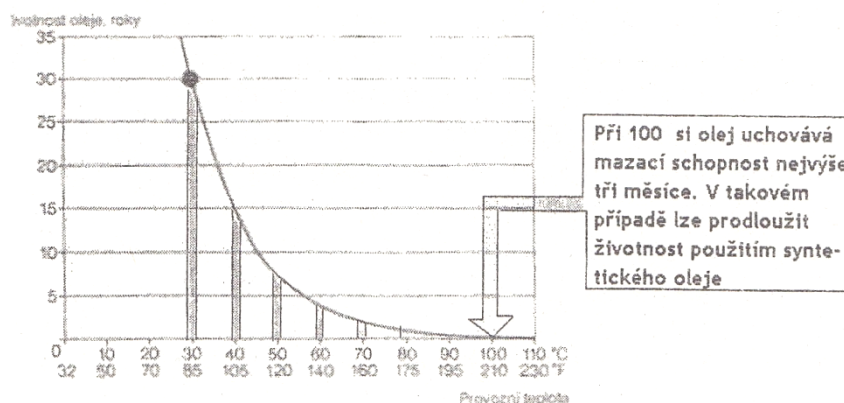
Nahrazení kluzného tření valivým, tedy použitím valivých ložisek, valivých vedení či kuličkových šroubů, je možnost jak snížit příčiny kluzných tření. při kontaktu dvou kovů na velmi malé ploše dochází ke koncentraci napětí, které se projeví deformací drah a valivých momentů. V takovýchto případech dochází k prokluzu a vzniku tečných sil. Jako hlavním kritériem pro správný a spolehlivý chod, je nárok na správnou a přesnou montáž a zamezení přístupu nečistot do ložiska. Valivá ložiska mažeme obvykle plastickým mazivem či olejem. Pokud nastane zvláštní případ, pak lze použít i pevné mazivo. Také existují rozdíly pro použití plastického maziva či oleje. Olej se používá k mazání ložisek, když otáčky nebo provozní podmínky nepřipouští použití plastických maziv. Taktéž, potřebujeme-li odvádět z ložiska teplo, tedy nemůžeme-li ložisko zatopit olejem, nýbrž musíme použít průtok, například u převodovek. Plastické mazivo naopak použijeme tam, kde nejsou velké extrémy co se týče otáček a teplot. Mají oproti olejům výhody v podobě jednodušší a levnější konstrukci mazacího prostoru, vyšší přilnavost, lepší ochranu proti vlivům okolí. Musí se ale promazávat v pravidelných intervalech. Při volbě maziva zohledňujeme především typ stroje a ložiska, při jaké teplotě ložisko provozujeme a jaké je jeho zatížení. Dále pak chlazení, účinnost těsnění a okolní vlivy. Pro správnou funkci ložiska, je třeba zajištění čistoty ložiska.

## 2.4.3 Mazání ložisek plastickým mazivem

Plastické mazivo, má olejovou složku a zpevňovadlo, které je složeno z vláken mýdla a slouží jako zásobník mazacího oleje. Ukládání plastického maziva při záběhu čerstvě namazaného ložiska, probíhá do jeho prostoru, odkud je pak spíše vlivem teploty, než mechanického namáhání, vylučován olej k valivým plochám. Pro mazání ložisek, je používáno mazivo o konzistenci NLGI 2 (NGLI- stupnice konzistence), někdy NLGI 3 a NGLI 1, 0 je používána pro extrémně nízké teploty. Mazivo plní nejenom úlohu snižování tření, také jsou na něj kladeny nároky na ochranu proti korozi, mechanickou stabilitu (nemít sklon ke změknutí za mechanických namáhání) a nároky na těsnění. Nelze mísit neslučitelná plastická maziva, zásadně ne s rozdílnými zahušťovadly. Pokud dochází ke změně typu maziva s rozdílnými vlastnostmi, je třeba zbylé mazivo pečlivě odstranit. Při mazání ložisek zaplníme volný prostor však jen částečně (30 až 50%), jinak je nebezpečí zvýšení teploty při funkci. Promazávání, mazávání je otázkou mnoha faktorů dle obrázku, mimo jiné také závisí na zohlednění rychlosti znečištění maziva a vliv pracovního prostředí.

## 2.4.4 Mazání ložisek olejem

Olej má přednost u mazání ložisek tehdy, nelze-li použít z technických nebo ekonomických důvodů mazivo plastické. Oleje obsahují přísady zlepšující únosnost mazacího filmu, jedná se o přísady EP (extreme pressure). Základním pravidlem pro určení životnosti ropného oleje, je dáno, že při 30°C může olej pracovat 30 let, při 40°C pak 15 let. V prostředí, kde teploty stoupají přes 100°C musíme používat oleje syntetické (Obr.8).



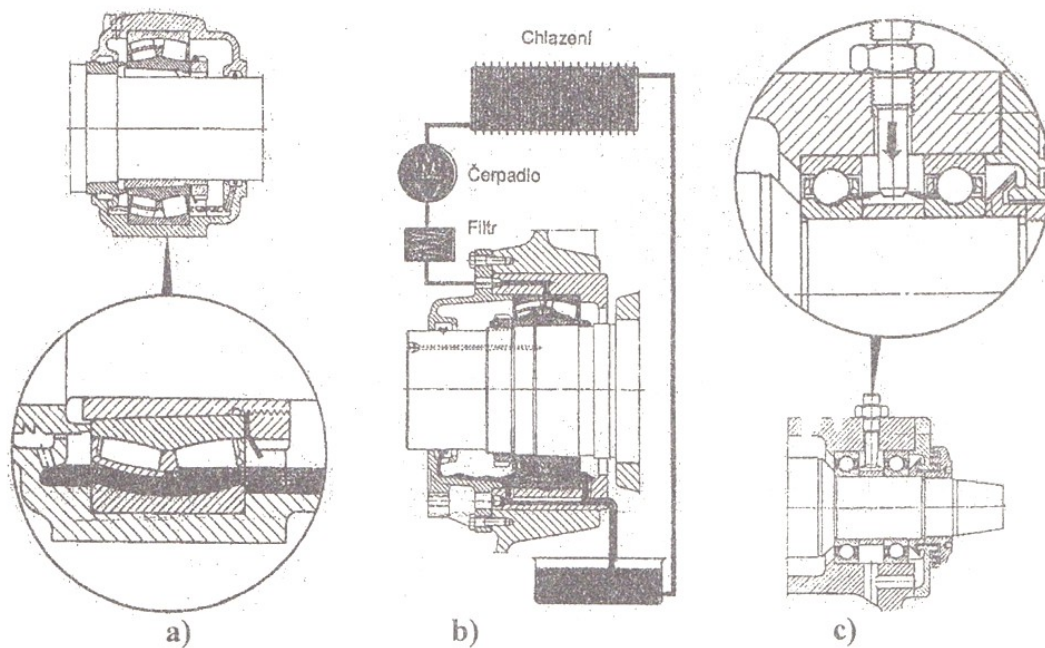
Obr.8 Diagram určení domazávacího intervalu [1]

Volbu oleje provádíme na základě viskozity potřebné k zajištění dostatečného mazání za určitých podmínek. Hlavním faktorem ovlivňujícím viskozitu je teplota. Toto je vyjádřeno viskozitním indexem. Oleje s VI85 a více jsou vhodné pro mazání ložisek. Interval výměny oleje se řídí tribodiagnostickými metodami, kdy zjišťujeme, zda je mazivo ještě schopno požadovaných vlastností. Nastane-li případ, že uložení ložiska je citlivé na teplo, existuje celá řada konstrukčních řešení provedení mazání, protože v takových případech místo olejové lázně, používáme tzv. ostřík olejem. Je zapotřebí velkého množství oleje, což teplotu sníží, ale také nám zvýší tření. Z mazacích metod jsou nejpoužívanějšími:

a) Mazání olejovou lázní (Obr.9a) - nejjednodušší použití pro ložiska malých otáček. Pokud je ložisko v klidu, měla by hladina oleje sahat po střed, nejspodnějšího valivého elementu. Při provozu, je pak olej nabírán a postupně přemísťován do všech míst ložiska a zároveň stéká zase zpět.

b) Oběhové mazání (Obr.9b) - použití u vyšších teplot. Je použito větší množství oleje. Olej je filtrován a ochlazován, což snižuje jeho stárnutí.

c) Vstřikovací mazání (Obr.9c) - při vysokých otáčkách, může dojít k vytlačování oleje z ložiska místo jeho protékání, vstřikovací rychlost musí tedy být aspoň 15m/s, k zajištění dostatečného množství průniku oleje k ložisku, přes vzduchové víry vzniklé rotací ložiska. [1]

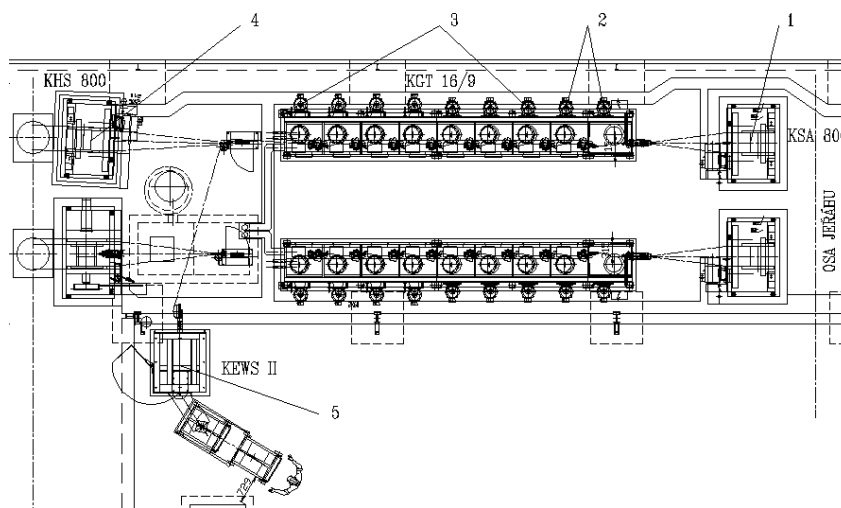


Obr.9 Schéma jednotlivých typů mazání ložisek [1]

### 3 PŘEDSTAVENÍ FIRMY TRITREG S.R.O., JEJICH VÝROBNÍCH LINEK A POSOUZENÍ SOUČASNÉHO STAVU MAZÁNÍ STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ

Firma TRITREG – Třinec s.r.o. byla založena v roce 1993 a vyrábí ročně cca. 20 000 t drátů. Vedení firmy neustále obnovuje a modernizuje svůj strojní park. Úzce spolupracuje se špičkovými výrobci drátotažných strojů, vědeckých ústavů a vysokých škol. Odráží se to na vynikající kvalitě výrobků a vysoké produktivitě práce. U těchto moderních strojů je vidět i vývoj mazání. Všude, kde to je možné, se používá uzavřených ložisek s doživotním mazáním nebo se prodlužují intervaly mazání vysoce kvalitními mazivy.

Vybral jsem si skupinu strojů výrobní linky KOCH 3 (Obr. 10), kde se momentálně vyrábí drát, pro ocelová vlákna do betonu o průměru 1,05 mm, který je tažen z polotovaru průměru 3,4 mm. Takové zúžení drátu nemůže být provedeno na jednou (na jedno tažení může být zúžení drátu max. 18% průměru), proto je taženo přes 9 tažných průvlaků.. Všechny stroje jsou od německé firmy KOCH, která je v tomto oboru světovou špičkou. Skupinu jsem rozdělil podle funkce strojů a způsobu mazání do pěti částí.



Obr.10 Schéma postavení výrobní linky KOCH 3 firmy TRITREG-Třinec [4]

Odvíječka KSA 800 - (1)

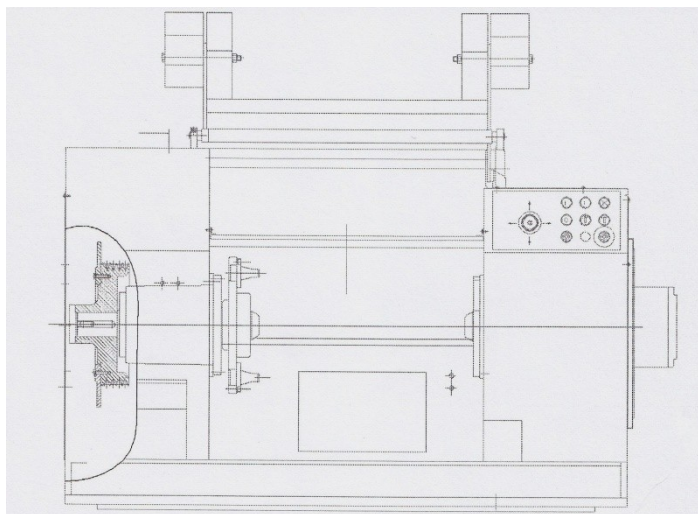
Drátotah KGT 16/9 - Ten si ještě rozdělím na dva úseky mazání, jeden jsou kladky obsahující převodovky (2), druhým pak kladky na řemenovém převodu (3).

Navíječka KHS 800 - (4)

Sypač KEWS II - (5)

### 3.1 Mazací místa výrobních linek KOCH 3

#### Odvíječka KSA 800 (Obr.11)



*Obr.11 Odvíjecí zařízení KSA 800 [4]*

Mazacím místem odvíječky je místo, kde se nasazuje cívka s drátem, který je vlastně polotovarem a táhne se na požadovaný průměr. Pinola, která drží cívku obsahuje dvě ložiska a ty jsou za pomoci maznice promazávány jednou měsíčně. Pak jsou zde ještě vodící válce, ale ty obsahují uzavřená ložiska s doživotním mazáním.

#### Drátotah KGT 16/9 (Obr.12)

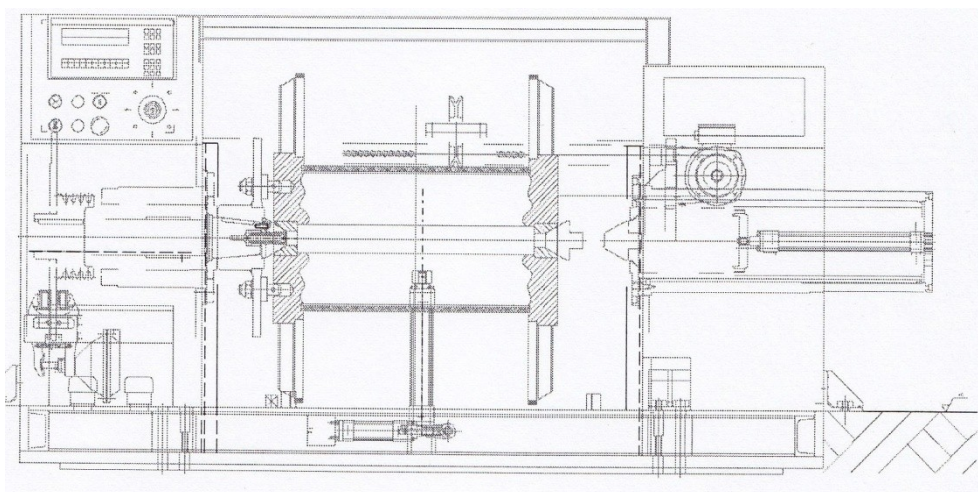


*Obr.12 Drátotažné zařízení KGT 16/9 [5]*



Mazány jsou zde ložiska hlavních hřídelů tažných bubnů, po kterých se drát navíjí. Obsahují dvě valivá kuželíková ložiska. Mazivo je k nim dopravováno mazacími hadičkami od maznic. Navíc je zde třetí maznice, která přivádí mazivo do labyrintového těsnění a zabraňuje tak vniknutí chladicí kapaliny k ložiskům. Dále jsou zde vodící valečky obsahující ložiska s doživotním mazáním.

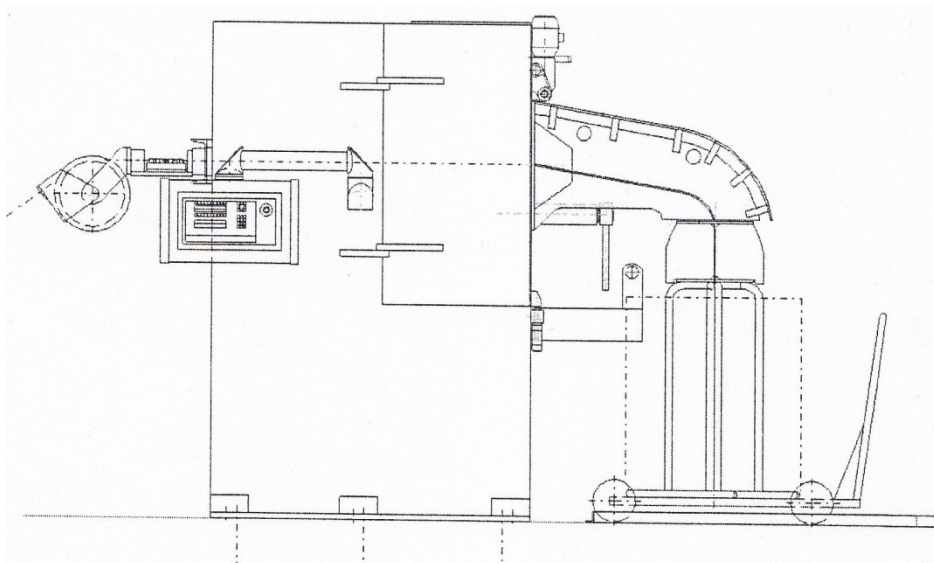
#### Navíječka KHS 800 (Obr.13)



*Obr.13 Navíjecí zařízení KHS 800 [6]*

Mazací místa jsou analogická s odvíječkou KSA 800. Rozdíl je jen v tom, že navíječka navíc obsahuje podélné podávání drátu tzn. řádkování na cívku a podélné vedení pinoly, které je také mazáno.

#### "Sypač" KEWS II (Obr.14)



*Obr.14 "Sypač" KEWS II [7]*

Tomuto stroji se říká sypač proto, že drát z tohoto stroje není navinut, jen volně sypán. Nejprve je drát opět navíjen na kuželovou kladku, odkud pak padá dolů. Buben obsahuje dvě ložiska a ty jsou opět mazány maznicemi. Drát, ale nejprve prochází třemi malými kladkami, které jsou na velkém kole, na ně působí odstředivé síly a proto jsou náročnější na mazání, mažou se denně. Naváděcí oběžné kolo pak jednou za měsíc. Tyto stroje firma zakoupila v roce 2008, a jelikož byly v záruce, musely se dodržovat mazací plány doporučené výrobcem. Zde uvádím překlad mazacích plánů z dokumentací ke strojům od výrobce KOCH.

## **3.2 Pokyny k mazání doporučené od výrobce:**

### **3.2.1 KSA 800**

Výňatek z provozních předpisů firmy KOCH, Komisní číslo 18.009, strana 7.2 – překlad - 7.2.3 Mazání

Pro kuželové ložiska pohonu a uložení pinoly doporučujeme plastické mazivo značky Klüber, NBU 8. Promazávají se po 4000 provozních hodinách. U ostatních ložisek, kde nejsou maznice, se jedná o uzavřené doživotní mazání. Vodící kladky mají ložiska řady 2Z, jsou uzavřena s doživotním mazáním. [4]

### **3.2.2 KGT 16/9**

Výňatek z provozních předpisů firmy KOCH, komisní číslo 18.817, strana 7.2 překlad- 7.2.1 Kontrola

- Provádějte pravidelné optické kontroly.
- Dbejte hlavně na netěsnosti převodovek hadic chladící vody a vzduchu.
- Kontrolujte odvzdušnění a znečištění.
- Kontrolujte pravidelně převodovky a pohony na hlučnost.
- Kontrolujte pravidelně převodovky a ložiska na teplotní rozdíly.
- Kontrolujte pravidelně výšku hladiny oleje ve skleněném ukazateli nebo měrkou oleje.
- Odeberte jednou za 6 měsíců vzorek oleje a nechte určit analýzu kvality

### - 7.1.3 Výměna oleje (čelní násuvná převodovka)

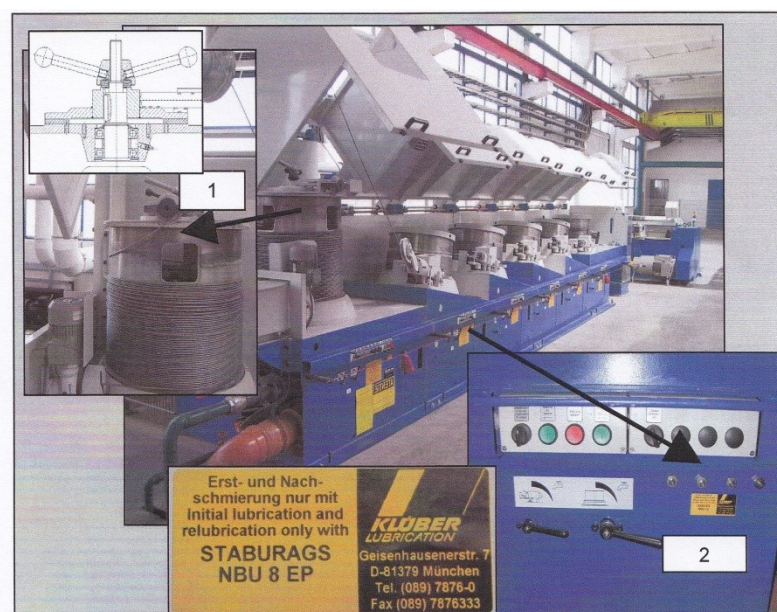
Převodovka je mazaná ponořeným mazáním a pomocí olejového čerpadla je zajištěno mazání uložení převodovky.

Vyměňujte olej v převodovce podle mazacího plánu pravidelně.

Vyměňujte olej jen za provozní teploty stroje.

### Strana 7.3 - překlad - 7.1.4. Mazání plastickým mazivem

Uložení vedení drátu přes hlavu u 1. bloku je mazáno pomocí maznice (označené na dolním obrázku číslem 1). Labyrintové těsnění zabraňuje vniknutí chladící kapaliny do komory tažného bubnu převodovky. Pomocí maznice v tažném bubnu se dostane mazivo do labyrintového těsnění a zároveň je mazáno horní těsnění. Ložiska vřetena jsou mazány maznicí (na dolním obrázku (Obr.15) označeno číslem 2)



Obr.15 Mazací místo drátotahu [5]

Tab.2. Tabulka míst, intervalu mazání a množství maziva

Mazací místo	$\Phi$ tažného bubnu	číslo	Množství	Interval mazání	Množství [ g ]
Uložení vedení drátu přes hlavu	-	1	1	měsíčně	6
Uložení tažného bubnu	400	2	9x3	měsíčně	50

Tab.3. Plán údržby převodovek drátotahu

Intervaly	Práce
Po 500 provozních hodinách	První výměna oleje
Po 8000 provozních hodinách (nejpozději po dvou letech)	Výměna oleje

Pokyn: Tyto práce vykonat jen se spojením v kapitole 7.3 doporučených značek maziv(Tab.4.). Další informace naleznete v separátním dokumentu firmy ROSSI [5]

### - 7.3 Doporučené typy olejů.

Tab.4. Doporučené typy olejů

Typ oleje	Syntetický olej
Kinematická viskozita ( $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ) 40°C	150
Okolní teplota	0 - 40°C
AGIP	Blasia SX
CASTROL	Tribol 1510
ESSO	Spartan SEP
Klüber	Klübersyntheso EG4
MOBIL	SHC
SHELL	Omala HD
ARAL	Degol PAS
BP	Enersyn HTX

Vlastností jednotlivých olejů (Tab. 5. - 12.)

Tab.5. Vlastnosti oleje Blasia sx

Parametry produktu	AGIP, Blasia sx
Kinematická viskozita při 100°C [ $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ]	13,1
Viskozitní index	135
Bod vzplanutí [°C]	250
Bod tuhnutí [°C]	-33
Hustota při 15°C [ $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]	850

*Tab.6. Vlastnosti oleje Tribol SX*

Parametry produktu	CASTROL, Tribol SX
Kinematická viskozita při 100°C [ $mm^2 * s^{-1}$ ]	14,2
Viskozitní index	136
Bod vzplanutí [°C]	258
Bod tuhnutí [°C]	-45
Hustota při 15°C [ $Kg * m^{-3}$ ]	859

*Tab.7. Vlastnosti oleje Spartan SEP*

Parametry produktu	ESSO, Spartan SEP
Kinematická viskozita při 100°C [ $mm^2 * s^{-1}$ ]	11,5
Viskozitní index	99
Bod vzplanutí [°C]	230
Bod tuhnutí [°C]	-27
Hustota při 15°C [ $Kg * m^{-3}$ ]	880

*Tab.8. Vlastnosti oleje Klübersyntheso EG4*

Parametry produktu	KLUBER, Klübersyntheso EG4
Kinematická viskozita při 100°C [ $mm^2 * s^{-1}$ ]	15
Viskozitní index	130
Bod vzplanutí [°C]	200
Bod tuhnutí [°C]	-39
Hustota při 15°C [ $Kg * m^{-3}$ ]	870

*Tab.9. Vlastnosti oleje SHC*

Parametry produktu	MOBIL, SHC
Kinematická viskozita při 100°C [ $mm^2 * s^{-1}$ ]	14,1
Viskozitní index	144
Bod vzplanutí [°C]	250
Bod tuhnutí [°C]	-42
Hustota při 15°C [ $Kg * m^{-3}$ ]	860

Tab.10. Vlastnosti oleje Omala HD

Parametry produktu	SCHELL, Omala HD
Kinematická viskozita při 100°C [ $mm^2 * s^{-1}$ ]	15
Viskozitní index	157
Bod vzplanutí [°C]	252
Bod tuhnutí [°C]	-48
Hustota při 15° [ $Kg * m^{-3}$ ]	847

Tab.11. Vlastnosti oleje Degol PAS

Parametry produktu	ARAL, Degol PAS
Kinematická viskozita při 100°C [ $mm^2 * s^{-1}$ ]	14
Viskozitní index	142
Bod vzplanutí [°C]	222
Bod tuhnutí [°C]	-51
Hustota při 15°C [ $Kg * m^{-3}$ ]	872

Tab.12. Vlastnosti oleje Enersyn HTX

Parametry produktu	BP, Enersyn HTX
Kinematická viskozita při 100°C [ $mm^2 * s^{-1}$ ]	12
Viskozitní index	159
Bod vzplanutí [°C]	270
Bod tuhnutí [°C]	-23
Hustota při 15°C [ $Kg * m^{-3}$ ]	869

Tab.13 Tabulka intervalu kontroly

Intervaly	Práce
Týdně	Optické kontroly Kontroly hlučnosti Kontroly teplot Kontroly výšek hladin oleje
Půlročně	Analýza kvality oleje

Momentálně použit převodový olej značky SCHELL typ Omala HD. Olej byl poslán na rozbor, protokol rozboru uveden v příloze (příloha č.6)

### **3.2.3 KHS 800**

Výňatek z provozních předpisů firmy KOCH, komisní číslo 18.878, strana 7.2.  
překlad - 7.2.3 Mazání

Pro kuželové ložiska pohonu a uložení pinoly doporučujeme plastické mazivo značky Klüber, NBU 8. Promazávají se po 4000 provozních hodinách. U ostatních ložisek, kde nejsou maznice, se jedná o uzavřené doživotní mazání. Podélné pokládání je vybaveno kluznými ložisky DU firmy IHG, které se půlročně promazávají. Vodící kladky mají ložiska řady 2Z, jsou uzavřené s doživotním mazáním. Podélné vedení pinoly hřídele se promazává týdně. [6]

### **3.2.4 KEWS II**

Výňatek z provozních předpisů firmy KOCH, komisní číslo 18.009, strana 7.3. -  
překlad - 7.3.1. Mazání ložisek

Ložiska navíjecí hřídele se po 4000 provozních hodinách mažou plastickým mazivem NBU 8 EP od firmy Klüber. Maznice, se nacházejí mezi žebry vodícího ramena drátu, na pravé straně stroje. Všechna ložiska vratných kladek se promazávají denně. Doporučujeme mazací tuk firmy Klüber, typ ISOFLEX NBU 15. [7]

## **4 VYHODNOCENÍ ZKUŠENOSTÍ S VYUŽÍVÁNÍM MAZIV DOPORUČENÝCH VÝROBCEM STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ**

Firma KOCH doporučuje pro mazání svých strojů plastická maziva značky Klüber. Maziva této značky patří ke světové špičce co se kvality týče, a jsou tedy i poměrně drahá. Stroje ve firmě TRITREG - Třinec s.r.o. jsou mazána dvěma typy maziv značky Klüber a sice mazivo STABURAGS NBU 8 a mazivo ISOFLEX NBU 15. Obě tyto maziva mají podobné vlastnosti.

### **4.1 Vlastnosti maziv**



#### **ISOFLEX NBU 15**

Jedná se o plastické mazivo pro vysoké rychlosti s dobrou tlakovou únosností. Produkt se skládá z kombinace esterového oleje, syntetického uhlovodíkového oleje, ropného oleje a barnatého komplexního mýdla. Zajišťuje dobrou ochranu proti opotřebení a korozi, odolává vodě, okolním mediím a je stabilní proti oxidaci. Mazivo je použitelné zejména pro rychloběžná valivá a kluzná ložiska, např. ložiska vřeten obráběcích a textilních strojů, závitových vřeten, kuličkových šroubu při vysokém zatížení, pro ložiska pojezdových ústrojí, také jako plastické mazivo pro dlouhodobé mazání ložisek lanovek a pro přesnou techniku. Možno jej také použít pro mazání boků zubů u přesných převodů. (příloha č.1)



Tab.14. Vlastnosti maziva NBU 15

Parametry produktu	Isoflex NBU 15
Teplotní oblast použití*, [°C], cca	-40 až 130
Barva	běžová
Hustota při 20°C [ $kg \cdot mm^{-3}$ ], cca	990
Penetrace po prohnětení DIN ISO 2137, při 25°C, [0,1 mm]	265 - 295
Viskozita základového oleje, DIN51562, při 40°C [ $mm^2 \cdot s^{-1}$ ], cca	21
Viskozita základového oleje při 100 °C [ $mm^2 \cdot s^{-1}$ ], cca	4,5
Protikorozní vlastnosti (EMCOR-test) DIN 51802, 1 týden destilovaná voda, stupeň koroze	≤1
Bod skápnutí DIN ISO 2176 [°C]	>220
Otáčkový faktor (n . d)**, [ $mm \cdot min^{-1}$ ], cca	1 000 000



### STABURAGS NBU 8

Plastické mazivo složené z minerálního oleje a barnatého mýdla. Mazivo, je úspěšně používáno mnoho let, jako dlouhodobé mazivo pro ložiska vystavena speciálním zatížením. Má dobrou ochranu proti opotřebení. Ochranné vlastnosti jsou posíleny zahušťovadlem barnatého komplexu. Spolehlivá je jeho ochrana proti korozi a je odolné vůči vodě. Používá se jako maziva ložisek motorů, elektromotorů a čerpadel. (příloha č.2)

Tab.15. Vlastnosti maziva NBU 8

Parametry produktu	STABURAGS NBU 8
Teplotní oblast použití*, [°C], cca	-20 až 140
Barva	Světle hnědá
Hustota při 20°C [ $kg \cdot mm^{-3}$ ], cca	990
Penetrace po prohnětení DIN ISO 2137, při 25°C, [0,1 mm ]	265 - 295
Viskozita základového oleje, DIN51562, při 40°C [ $mm^2 \cdot s^{-1}$ ], cca	100
Viskozita základového oleje při 100 °C [ $mm^2 \cdot s^{-1}$ ], cca	11
Protikorozi vlastnosti (EMCOR-test) DIN 51802, 1 týden destilovaná voda, stupeň koroze	≤1
Bod skápnutí DIN ISO 2176 [°C]	>220
Otáčkový faktor (n . d)**, [ $mm \cdot min^{-1}$ ], cca	500 000

## 4.2 Spotřeba maziva za rok pro jednotlivé stroje výrobní linky KOCH 3

Vycházím z mazacích plánů doporučených výrobcem a ze zkušeností techniků údržby, kteří mají na starosti mazání strojů, co se týče množství použití maziva pro jedno promazání. Pro ekonomické posouzení výhodnosti maziv, jsem si zvolil roční výpočet spotřeby maziva a jeho cenu.

### 4.2.1 Odviječka KSA 800

Typ maziva používaný pro tuto linku - NBU 8

Tab.16. KSA 800 – mazací místa a spotřeba maziva

Mazací místo	Počet míst	Množství maziva [ g ]
Pinola	$n_1 = 2$	$m_1 = 100$
Řádkovač	$n_2 = 2$	$m_2 = 50$
Unášec	$n_3 = 1$	$m_3 = 100$

Dle mazacích plánu doporučených firmou KOCH se promazání jednotlivých míst provádí 2 x ročně (po 4000 pracovních hodinách)

Celkové množství maziva pro jedno promazání na výrobní lince KSA 800 (4)

$$m_{KSA} = n_1 \cdot m_1 + n_3 \cdot m_2 + n_3 \cdot m_3 \quad (4)$$

$$m_{KSA} = 2 \cdot 100 + 2 \cdot 50 + 1 \cdot 100$$

$$m_{KSA} = 400 \text{ g}$$

Celkové množství použité za jeden rok (5)

$$m_{cKSA} = m_{KSA} \cdot 2 \quad (5)$$

$$m_{cKSA} = 400 \cdot 2$$

$$m_{cKSA} = 800 \text{ g}$$

#### 4.2.2 Drátotah KGT 16/9

Typ maziva používaný pro tuto linku - NBU 8

*Tab.17. KGT 16/9 – mazací místa a spotřeba maziva*

Mazací místo	Počet	Množství [ g ]
Uložení vedení drátu přes hlavu	$n_1 = 1$	$m_1 = 6$
Uložení tažného bubnu	$n_2 = 27$	$m_2 = 50$

Dle mazacích plánů doporučených firmou KOCH se promazání jednotlivých míst provádí měsíčně

Celkové množství maziva pro jedno promazání na výrobní lince KGT 16/9 (6)

$$m_{KGT} = n_1 \cdot m_1 + n_3 \cdot m_2 \quad (6)$$

$$m_{KGT} = 1 \cdot 6 + 27 \cdot 50$$

$$m_{KGT} = 1\,356 \text{ g}$$

Celkové množství použité za jeden rok (7)

$$m_{cKGT} = m_{KGT} \cdot 12 \quad (7)$$

$$m_{cKGT} = 1\,356 \cdot 12$$

$$m_{cKGT} = 16\,272 \text{ g}$$

### 4.2.3 Navíječka KHS 800

Typ maziva používaný pro tuto linku - NBU 8

Tab.18. KHS 800 – mazací místa a spotřeba maziva

Mazací místo	Počet míst	Množství maziva [ g ]
Pinola	$n_1 = 2$	$m_1 = 100$
Řádkovač	$n_2 = 2$	$m_2 = 50$
Unášeč	$n_3 = 1$	$m_3 = 100$

Dle mazacích plánů doporučených firmou KOCH se promazání jednotlivých míst provádí 2 x ročně (po 4000 pracovních hodinách). Navíječka, má navíc oproti odvíječce, ještě podélné podávání drátu vybaveno kluznými ložisky DU a podélné vedení pinoly hřídele.

Tab.19. KHS 800 – mazací místa a spotřeba maziva, dodatek

Mazací místo	Počet	Množství [ g ]
Podélné podávání drátu	$n_4 = 1$	$m_4 = 100$
Podélné vedení pinoly	$n_5 = 1$	$m_5 = 15$

Dle mazacích plánů se podélné podávání drátu maže dva krát ročně. Podélné vedení pinoly týdně. Na obě je použito mazivo NBU 8.

Celkové množství maziva pro jedno promazání na výrobní lince KHS 800 (8)

$$m_{KHS} = n_1 \cdot m_1 + n_2 \cdot m_2 + n_3 \cdot m_3 + n_4 \cdot m_4 \quad (8)$$

$$m_{KHS} = 2 \cdot 100 + 2 \cdot 50 + 1 \cdot 100 + 1 \cdot 100$$

$$m_{KHS} = 500g$$

Celkové množství použité za jeden rok (9)

$$m_{cKHS} = m_{KHS} \cdot 2 + m_5 \cdot 53 \quad (9)$$

$$m_{cKHS} = 400 \cdot 2 + 15 \cdot 53$$

$$m_{cKHS} = 1\,795\,g$$

#### 4.2.4 Sypač KEWS II

Typy maziva používané pro tuto linku - NBU 8 a NBU 15

Tab.20.KEWS II – mazací místa a spotřeba maziva

Mazivo	Mazací místo	Počet	Množství [ g]
NBU 8	Hlavní ložisko	$n_1 = 2$	$m_1 = 50$
NBU 15	Vratné kladky	$n_2 = 3$	$m_2 = 15$

Dle mazacích plánů doporučených firmou KOCH se promazání míst mazivem NBU 8, provádí 2 x ročně (po 4000 pracovních hodinách).

Dle mazacích plánů doporučených firmou KOCH se promazání míst mazivem NBU 15, denně, na začátku ranní směny.

Celkové množství maziva NBU 8, pro jedno promazání na výrobní lince KEWS II  
(10)

$$m_{KEWS8} = n_1 \cdot m_1 \quad (10)$$

$$m_{KEWS8} = 2 \cdot 50$$

$$m_{KEWS8} = 100 \text{ g}$$

Celkové množství maziva NBU 15, pro jedno promazání na výrobní lince KEWS II  
(11)

$$m_{KEWS15} = n_2 \cdot m_2 \quad (11)$$

$$m_{KEWS15} = 3 \cdot 15$$

$$m_{KEWS15} = 45 \text{ g}$$

Celkové množství maziva NBU 8, použité za jeden rok (12)

$$m_{c8} = m_{KEWS8} \cdot 2 \quad (12)$$

$$m_{c8} = 100 \cdot 2$$

$$m_{c8} = 200 \text{ g}$$

Celkové množství maziva NBU 15, použité za jeden rok (firma pracuje 350 dní v roce) (13)

$$m_{c15} = m_{KEWS15} \cdot 350 \quad (13)$$

$$m_{c15} = 45 \cdot 350$$

$$m_{c15} = 15\,750 \text{ g}$$

### 4.3 Výpočet celkových nákladů na mazání výrobní linky KOCH 3

Výpočet celkového množství spotřebovaného maziva NBU 8, za jeden rok (14)

$$m_{c8} = m_{cKSA} + m_{cKGT} + m_{cKHS} + m_{c8} \quad (14)$$

$$m_{c8} = 800 + 16\,272 + 1\,795 + 200$$

$$m_{c8} = 19\,067g = 19,067\,Kg$$

Výpočet celkového množství spotřebovaného maziva NBU 15, za jeden rok

$$m_{c15} = 15\,750g = 15,750\,Kg$$

V ceníku firmy KOMA industry s.r.o. jsou uváděny následující ceny maziv:

Mazivo NBU 8, se prodává balení 400g po 930 Kč, takže 2 323 Kč / Kg

Mazivo NBU 15, se prodává balení 400g po 1590 Kč, takže 3 975 Kč / Kg

Náklady na mazání strojů na rok jednotlivými mazivy doporučenými výrobcem strojů.

#### 4.3.1 Náklady maziva NBU 8 (15)

$$c_{c8} = m_{c8} \cdot 2323 \quad (15)$$

$$c_{c8} = 19,067 \cdot 2\,323$$

$$c_{c8} = 44\,292\,Kč$$

#### 4.3.2 Náklady maziva NBU 15 (16)

$$c_{c15} = m_{c15} \cdot 3975 \quad (16)$$

$$c_{c15} = 15,750 \cdot 3\,975$$

$$c_{c15} = 62\,606\,Kč$$

#### 4.3.3 Součet obou cen maziv vynaložených na rok mazání strojů (17):

$$c_{NBU} = c_{c8} + c_{c15} \quad (17)$$

$$c_{NBU} = 44\,292 + 62\,606$$

$$c_{NBU} = 106\,898\,Kč$$

Roční náklady na promazávání celé výrobní linky KOCH 3 tedy stojí zhruba 106 898 Kč.

## **5 MOŽNOSTI DOSTUPNOSTI A ZAMĚNITELNOSTÍ MAZIV SPLŇUJÍCÍ SPECIFIKACE VÝROBCE STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ**

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že maziva doporučená výrobcem jsou velmi drahá a roční mazání strojů těmito mazivy je velmi nákladné.

Cílem této práce je volba nového maziva, levnějšího, které by však mělo stejné nebo podobné vlastnosti. Jako první změnou byl přechod na mazivo OKS 422. Nyní probíhá přechod na mazivo firmy TEXACO typ SRI GREASE



### **5.1 Vlastnosti maziva OKS 422**

Velmi vhodné mazivo pro mazání kluzných a valivých ložisek, pracujících v extrémních tlacích a rozdílných teplotách. Účinné proti působení vody. Vynikající odolnost v širokém teplotním rozsahu, odolný vůči okolním vlivům, vysokému namáhání a vibracím.

Použití.

Pro mazání válečkových a kluzných ložisek, závitových vřeten, ozubená kola, šnekových soukolí a podobných součástí vystavených vysokým tlakům a extrémním teplotám. (příloha č.3)

Tab.21. Vlastnosti maziva OKS 422

Parametry produktu	OKS 422
Teplotní oblast použití*, [°C], cca	-40 až 180
Barva	Lehce barevná
Hustota při 20°C [ $kg \cdot mm^{-3}$ ], cca	0,99
Penetrace po prohnětení DIN ISO 2137, při 25°C, [0,1 mm]	265 - 295
Viskozita základového oleje, DIN51562, při 40°C [ $mm^2 \cdot s^{-1}$ ], cca	50
Viskozita základového oleje při 100 °C [ $mm^2 \cdot s^{-1}$ ], cca	8
Zdánlivá dynamická viskozita***, viskozitní třída	M
Protikorozní vlastnosti (EMCOR-test) DIN 51802, 1 týden destilovaná voda, stupeň koroze [ ]	≤1
Bod skápnutí DIN ISO 2176 [°C]	230
Otáčkový faktor (n . d)**, [ $mm \cdot min^{-1}$ ], cca	800 000

## 5.2 Výpočet úspornosti maziva OKS 422

Pro porovnání cen maziv doporučených výrobcem strojů a nově zvoleným mazivem, jsem zvolil mazací plán pro nové mazivo, kde se množství nového maziva nemění.

### 5.2.1 Odvíječka KSA 800

Nový typ maziva použitý pro tuto linku - OKS 422

Tab.22 .KSA 800 – mazací místa a spotřeba maziva

Mazací místo	Počet míst	Množství maziva [ g ]
Pinola	$n_1 = 2$	$m_1 = 100$
Řádkovač	$n_2 = 2$	$m_2 = 50$
Unášeč	$n_3 = 1$	$m_3 = 100$

Při použití stejného intervalu mazání, to znamená promazávání mazacích míst 2 krát ročně, vychází použití stejného množství maziva (Vypočteno v předchozích výpočtech).

$$m_{cKSA} = 800 \text{ g}$$



### 5.2.2 Drátotah KGT 16/9

Nový typ maziva použitý pro tuto linku - OKS 422

Tab.22. KGT 16/9 – mazací místa a spotřeba maziva

Mazací místo	Počet	Množství [ g ]
Uložení vedení drátu přes hlavu	$n_1 = 1$	$m_1 = 6$
Uložení tažného bubnu	$n_2 = 27$	$m_2 = 50$

Mazání mazacích míst se provádí měsíčně. Při tomto intervalu, pak vyjde roční spotřeba maziva (Vypočteno v předchozích výpočtech):

$$m_{cKGT} = 16\,272\text{ g}$$

### 5.2.3 Navíječka KHS 800

Nový typ maziva použitý pro tuto linku - OKS 422

Tab.23. KHS 800 – mazací místa a spotřeba maziva

Mazací místo	Počet míst	Množství maziva [ g ]
Pinola	$n_1 = 2$	$m_1 = 100$
Řádkovač	$n_2 = 2$	$m_2 = 50$
Unášeč	$n_3 = 1$	$m_3 = 100$

Navíječka, používá stejný interval promazání jako odvíječka, tedy 2 krát ročně promazat jednotlivá mazací místa. Navíječka, má navíc oproti odvíječce, ještě podélné podávání drátu vybaveno kluznými ložisky DU a podélné vedení pinoly hřídele.

Tab.24. KHS 800 – mazací místa a spotřeba maziva, dodatek

Mazací místo	Počet	Množství [ g ]
Podélné podávání drátu	$n_4 = 1$	$m_4 = 100$
Podélné vedení pinoly	$n_5 = 1$	$m_5 = 15$

Dle mazacích plánů se podélné podávání drátu maže 2 krát ročně. Podélné vedení pinoly týdně (z předchozích výpočtů)

$$m_{cKHS} = 1795\text{ g}$$

### 5.2.4 Sypač KEWS II

Tady došlo ke sjednocení maziv na jeden typ a to OKS 422.

Tab.25. KEWS II – mazací místa a spotřeba maziva

Mazivo	Mazací místo	Počet	Množství [ g ]
OKS 422	Hlavní ložisko	$n_1 = 2$	$m_1 = 50$
OKS 422	Vratné kladky	$n_2 = 3$	$m_2 = 15$

Po sjednocení maziv na jeden typ, se však mazací intervaly nemění. Hlavní ložiska jsou promazávány 2 krát ročně, zatím co vratné kladky je třeba promazávat denně a to na začátku každé ranní směny.

Celkové množství maziva pro jedno promazání hlavního ložiska na výrobní lince KEWS II (18)

$$m_{KEWS1} = n_1 \cdot m_1 \quad (18)$$

$$m_{KEWS1} = 2 \cdot 50$$

$$m_{KEWS1} = 100 \text{ g}$$

Celkové množství maziva pro jedno promazání vratných kladek na výrobní lince KEWS II (19)

$$m_{KEWS2} = n_2 \cdot m_2 \quad (19)$$

$$m_{KEWS2} = 3 \cdot 15$$

$$m_{KEWS2} = 45 \text{ g}$$

Celkové množství maziva použité za jeden rok (20)

$$m_{CKEWS} = m_{KEWS1} \cdot 2 + m_{KEWS2} \cdot 350 \quad (20)$$

$$m_{CKEWS} = 100 \cdot 2 + 45 \cdot 350$$

$$m_{CKEWS} = 15\,950 \text{ g}$$

### 5.3 Výpočet celkových nákladů na mazání výrobní linky KOCH 3 po volbě maziva OKS 422

Výpočet celkového množství spotřebovaného maziva za jeden rok (21)

$$m_{cOKS} = m_{cKSA} + m_{cKGT} + m_{cKHS} + m_{cKEWS} \quad (21)$$

$$m_{cOKS} = 800 + 16\,272 + 1\,795 + 15\,950$$

$$m_{cOKS} = 34\,817g = 34,817\,Kg$$

V ceníku firmy KOMA industry s.r.o. je uváděna cena maziva OKS 422

OKS 422 se prodává balení kartuše 400g za 884Kč, tedy 2210Kč/Kg

Náklady na mazání strojů na rok mazivem OKS 422 (22)

$$c_{OKS} = m_{cOKS} \cdot 2210 \quad (22)$$

$$c_{OKS} = 34,817 \cdot 2210$$

$$c_{OKS} = 76\,945\,Kč$$

Roční úspora při přechodu z maziv NBU na OKS (23)

$$c_1 = c_{NBU} - c_{OKS} \quad (23)$$

$$c_1 = 106\,898 - 76\,945$$

$$c_1 = 29\,953\,Kč$$

## 5.4 Posouzení maziva firmy TEXACO typu SRI GREASE



Nyní bylo však zjištěno po přepočtení otáčkového faktoru, značné předimenzování maziv (Mazivo NBU 15 - Otáčkový faktor 1 000 000). Protože výpočet otáčkových faktorů strojů mazaných tímto mazivem nepřesahuje 200 000. Lze tedy použít mazivo s nižším otáčkovým faktorem, zato hustší s větší mazací vrstvou, čímž dojde ke snížení opotřebení vlivem tření.

Otáčkový faktor = střední průměr ložiska x otáčky / min

$$f_n = D_s \cdot n \text{ [V praxi uváděno jako bezrozměrné číslo]}$$

### Odvíječka KSA 800

Odvíjecí rychlost  $v = 5 \text{ m / s}$

Průměr bubnu  $d = 800 - 400 \text{ mm}$  (Odvíjeno z většího průměru na menší, tím zvětšování otáček, do výpočtů беру nejmenší průměr  $400 \text{ mm} = 0.4 \text{ m}$ )

Otáčkový faktor na ložisku 32218 (24), střední průměr ložiska  $D_s = 125 \text{ mm}$  [8]

$$O = \pi \cdot d$$

$$n = v/O$$

$$O = \pi \cdot 0.4$$

$$n = 5/1,257$$

$$O = 1,257 \text{ m}$$

$$n = 3,97 \text{ ot/s} = 238,2 \text{ ot/min}$$

$$f = D_s \cdot n$$

(24)

$$f = 125 \cdot 238$$

$$f = 29\,775$$

### Drátotah KGT 16/9

Odvíjecí rychlost  $v = 40 \text{ m / s}$

Průměr bubnu  $d = 400 \text{ mm} = 0.4 \text{ m}$

Otáčkový faktor na ložisku 22213 (25), střední průměr ložiska  $D_s = 92,5 \text{ mm}$  [8]

$$O = \pi \cdot d$$

$$n = v/O$$

$$O = \pi \cdot 0.4$$

$$n = 40/1,257$$

$$O = 1,257 \text{ m}$$

$$n = 31,82 \frac{\text{ot}}{\text{s}} = 1\,909 \text{ ot/min}$$

$$f = n \cdot D_s \quad (25)$$

$$f = 1\,909 \cdot 92,5$$

$$f = 176\,611$$

Otáčkový faktor na ložisku 22215 (26), střední průměr  $D_s = 102,5 \text{ mm}$

$$f = n \cdot D_s \quad (26)$$

$$f = 1\,909 \cdot 102,5$$

$$f = 195\,672,5$$

"Sypač" KEWS II

Odvíjecí rychlost  $v = 20 \text{ m / s}$

Průměr bubnu  $d = 400 \text{ mm} = 0.4 \text{ m}$

Otáčkový faktor na ložisku 6024 (27), střední průměr ložiska  $D_s = 150 \text{ mm}$  [8]

$$O = \pi \cdot d$$

$$n = v/O$$

$$O = \pi \cdot 0.4$$

$$n = 20/1,257$$

$$O = 1,257 \text{ m}$$

$$n = 15,91 \text{ ot/s} = 954,6 \text{ ot/min}$$

$$f = n \cdot D_s \quad (27)$$

$$f = 954,6 \cdot 150$$

$$f = 143\,190$$

Otáčkový faktor na ložisku 6026 (28), střední průměr  $D_s = 165 \text{ mm}$  [8]

$$f = n \cdot D_s \quad (28)$$

$$f = 954,6 \cdot 165$$

$$f = 157\,509$$

Otáčkový faktor na ložisko NU 228 (29), střední průměr  $D_s = 195\text{mm}$  [8]

$$f = n \cdot D_s \quad (29)$$

$$f = 954,6 \cdot 195$$

$$f = 186\,147$$

Největší otáčkový faktor se vyskytuje u drátotahu a to  $f = 195\,672,5$  (26)

#### 5.4.1 Vlastnosti maziva SRI GREASE

Jedná se o špičkové mazivo s polymočovinovým (polyuretanovým) plnidlem a s obsahem vysoce rafinovaného parafinovaného oleje, tmavě hnědého zbarvení a máslovité struktury. Má vysokou odolnost vůči oxidaci a díky tomu je dosaženo vynikající stability při vysokých teplotách. Díky antikorozním inhibitorům, jsou ložiska chráněna proti korozi ve vlhkém a slaném prostředí. SRI GREASE 2 je kompatibilní i s jinými mazivy používanými v ložiscích. Pro optimální účinnost, se ale doporučuje původní náplň, před aplikací SRI GREASE 2 z ložiska odstranit a ložisko důkladně vyčistit. (příloha č.4)

Tab.26. Vlastnosti maziva SRI GREASE

Parametry produktu	SRI GREASE
Teplotní oblast použití*, [°C], cca	-30 až 150
Barva	Tmavě hnědá
Penetrace po prohnětení DIN ISO 2137, při 25°C, [0,1mm]	255 - 280
Viskozita základového oleje, DIN51562, při 40°C [ $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ], cca	99
Viskozita základového oleje při 100 °C [ $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ], cca	11
Viskozitní index	95
Bod skápnutí DIN ISO 2176 [°C]	243
Otáčkový faktor (n . d)**, [ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ], cca	400 000

### 5.4.2 Výpočet nákladu na mazání mazivem SRI GREASE

Dle nabídky cena balení kartuše 400g za 243Kč

Tedy cena za kilo 607Kč/Kg

Náklady za rok při spotřebě stejného množství maziva 35,492Kg (30)

$$c_{SRI} = m_{c15} \cdot 607 \quad (30)$$

$$c_{SRI} = 34,817 \cdot 607$$

$$c_{SRI} = 21\,133 \text{ Kč}$$

Roční úspora při přechodu z maziv OKS na SRI GREASE (31)

$$c_2 = c_{OKS} - c_{SRI} \quad (31)$$

$$c_2 = 76\,945 - 21\,133$$

$$c_2 = 55\,812 \text{ Kč}$$

Rozdíl ročních nákladů při použití maziv NBU 8 a NBU 15, a maziva SRI GREASE (32)

$$c_3 = c_{NBU} - c_{SRI} \quad (32)$$

$$c_3 = 106\,898 - 21\,133$$

$$c_3 = 85\,765 \text{ Kč}$$

Z celkových výpočtů je zřejmé, že mazivo TEXAKO SRI GREASE je ekonomický nejvýhodnější co se týče roční spotřeby. Z provozních důvodů nelze výrobní linky odstavit a staré mazivo vyčistit při přemazání za nové mazivo. Proto, byla provedena firmou CHEVRON mísitelnost přidána v příloze ( příloha č.5). Výsledkem bylo, že obě maziva lze spolu mísit, snížila se jen teplota skápnutí asi o 40°C, Tudíž směs lze používat za provozu do asi 175°C, což v našem případě vyhovuje.

## 6 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zkoumání mazání 4 strojů výrobní linky KOCH 3 ve firmě TRITREG - Třinec s.r.o. Maziva doporučená výrobcem linek, jsou po skončení doby záruky nahrazeny mazivy levnějšími, však podobných vlastností.

První část popisuje problematiku tření, stručné vysvětlení rozdělení a vzniku tření, dále pak maziva a jejich dělení k eliminaci výše zmíněného jevu. Konec první části, se věnuje mazání ložisek, ať už mazivy plastickými, tak oleji..

Ve druhé části, je představení firmy a nástin mazacích míst jednotlivých linek výrobních strojů a pokračuje překladem z provozních předpisů firmy KOCH. Jelikož výrobce tažných linek KOCH je německá firma, byly i tyto návody dodány pouze v německém jazyce. Překlad nás seznámí se stručným mazacím plánem a doporučením, jak udržovat stroje.

Poslední dvě části, jsou zaměřeny na zkoumání nových náhrad za maziva doporučená výrobcem. Uvedeny jsou vlastnosti jednotlivých zkoumaných maziv a výpočty jejich spotřeby a náklady při ročním mazání. Z těchto výpočtů je zřejmé, že maziva doporučené výrobcem, byly podle otáčkového faktoru předimenzované a tudíž existuje možnost je nahradit hustším mazivem a tím i snížit opotřebení. Navíc tyto maziva jsou ekonomicky výhodná, hlavně mazivo TEXACO SRI GREASE. Při použití tohoto maziva, dojde ke snížení pořizovacích nákladů maziv, dokonce zhruba o 86 000Kč oproti používání maziv značky Klüber NBU 8 a NBU 15. Firma TRITREG - Třinec, s.r.o. již na těchto linkách používala mazivo OKS 422. Nyní při přechodu na mazivo SRI GREASE, si nechala provést firmou CHEVRON mísivost obou maziv s výsledkem, že tyto maziva lze mezi sebou mísit bez vzniku větších komplikací a není tedy nutné při přemazávání, výrobní linky zastavit, rozebrat a důkladně vyčistit nahrazované mazivo. Tím se tedy i zabránilo ztrátám na zisku, kdyby tyto linky nevyráběly.



## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Ladislavu Hrabcovi Ph.D. a Konzultantovi firmy TRITREG - Třinec s.r.o. Ing. Aleši Kantorovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Ostravě:

.....

(podpis autora)

## 7 POUŽITÁ LITERATURA:

- [1] HELEBRANT, F., ZIEGLER, J., MARASOVÁ, D. *Technická diagnostika a spolehlivost I - Tribodiagnostika*. 1. vydání, Ostrava, VŠB-TU Ostrava, 2001, 158 s. ISBN 80-7078-883-6
- [2] ŠAFR, E. *Tribotechnika*. SNTL Praha - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1984. 300 s. 04-243-84.
- [3] <http://cs.wikipedia.org> - Tření
- [4] KOCH, Návod k obsluze odvíjecího zařízení KSA 800. vydání, Hemer-Ihmer, 2007, 18.876
- [5] KOCH, Návod k obsluze drátotažného zařízení KGT 16/9 vydání, Hemer-Ihmer, 2007, 18.877
- [6] KOCH, Návod k obsluze navíjecího zařízení KHS 800 vydání, Hemer-Ihmer, 2007, 18.878
- [7] KOCH, Návod k obsluze samonavíjecího zařízení KEWS II vydání, Hemer-Ihmer, 2007, 18.009
- [8] Leinveber, J., Vávra, P. *Strojnické tabulky*. Druhé doplněné vydání, Úvaly, Albra . pedagogické nakladatelství, 2005, 905 s. ISBN 80-7361-011-6

## **8 SEZNAM PŘÍLOH:**

Příloha č.1. vlastnosti maziva NBU 15 (počet stran 2)

Příloha č.2. Vlastnosti maziva NBU 8 (počet stran 2)

Příloha č.3. Vlastnosti maziva OKS 422 (počet stran 2)

Příloha č.4. Vlastnosti maziva SRI GREASE (počet stran 2)

Příloha č.5. Mísivost Maziv OKS a SRI GREASE (počet stran 1)

Příloha č.6. Rozbor oleje SCHELL Používán v drátotahu KGT 46/9 (Obr.10, oblast 2)  
(počet stran 1)